

Lotus Spiral

—温故知新なるエネルギーの創出—

京都市立伏見工業高校 システム工学科 工学探究コース
水力班リーダー 3年 田中慎也

アイデアの目的・背景

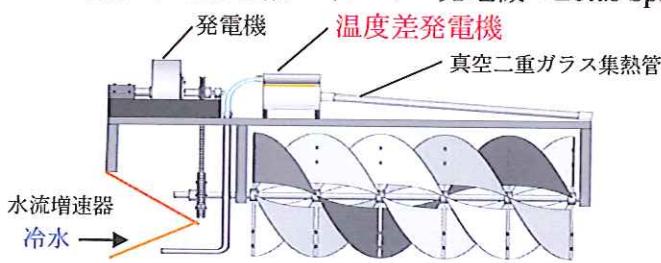
今日、エネルギー資源の枯港や原発事故等によって、エネルギー資源の在り方が見直される中、自然エネルギーへの転換が世界規模で行われています。しかし、自然エネルギー発電にはその発電量と安定供給に問題があります。

私はそういった問題を解決すべく、グローバルに循環し永久的に利用可能といえる資源である、水資源を活用したマイクロ水力発電の研究を行ってきました。

我々水力班が中山間地域と連携しマイクロ水力発電の技術支援を行ってきた中で、発電効率を高めた密閉型水車がそのメンテナンス性の悪さと設置場所確保の難しさのために、実用的な使用に至らないケースが多くあることがわかりました。

このような問題を踏まえ、私は主に開放型の可搬式螺旋水車の研究をしてきました。しかし、螺旋水車を中心とする開放型水車は、構造がシンプルで枝や葉、魚等の生物の死骸といった瓦礫の影響を受けにくいという特徴がありますが、密閉型の水車に比べ、発電量が少ないという課題があります。

そこで、水路の環境に合した発電を行うことで、発電量の改善しようと試み改良したのが、可変可能な螺旋水車発電機に太陽熱集熱装置を利用した温度差発電機を組み合わせた可搬式 2in1 自然エネルギー発電機「Lotus Spiral」です。



Lotus Spiral の概要

この装置は、可搬式螺旋水車発電機に太陽熱集熱装置を利用した温度差発電機を組み合わせたもので、双方のデメリットを互いに補うことで、発電量の向上と安定供給を可能としたものです。

可変ユニット式螺旋水車 (可搬式螺旋水車発電機)

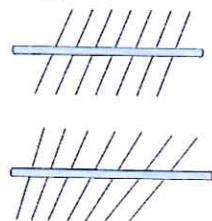
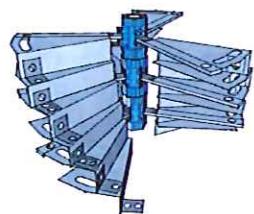
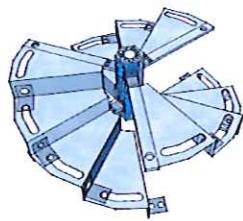
螺旋水車は工業化が始まる昭和20年頃まで、北陸地方を中心に広く農作業の動力として使われていたという背景があり、その殆どが必要な時、必要な場所に運び使用していた可搬式水車です。

このような先人たちの知恵や使い方を学び、現代の生活スタイルに合ったマイクロ水力発電機として甦らせることを目標に置いて研究しています。

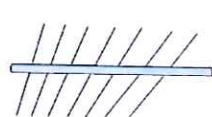
アイデアの内容・原理

螺旋水車は水路の傾斜や流速などの環境により最適な羽根角度を固定角のみでは判断し難いことがありました。そこで、従来の可搬式螺旋水車の羽根角度を可変(下図参照)ユニット化することで、羽根角度や水車長の調整ができ、さらに取水口に水流増速装置、駆動系に変速機を用い一台で、多様な水路状況へ対応する水車を実現するものです。

- ユニット概念図(可変可能羽根角度:約25度~90度) ※ユニット単位での可変も可能。



[固定羽根角]



[可変羽根角]



装置に用いる螺旋水車は、従来のメリットはそのままに、整流板や、駆動系システムの多段化(ギア比図)に加えて、可変式の水流増速器(図)を取り付けます。

解消しようとする問題

- 水路の環境、流速や水量、幅、傾斜角に合わせた羽根角度や水車長の螺旋水車を用いることで、発電効率の差を改善する。
- 従来の螺旋水車は石油系の樹脂を使用した羽根であった。この螺旋水車は構造上、再使用可能な素材を使用できる。
- 固定角のものより、多くの水路条件に対応できる。

変速機のギア比(水車取り付け時)

1速: 1.09

2速: 1.5

3速: 2.04



(シマノ製自転車用内装変速機
「インター3」使用)

- 螺旋水車発電量: 約10W(従来型参考)

可変螺旋水車の問題点

- 羽根の形状による効率面
- 水車の重量

考察

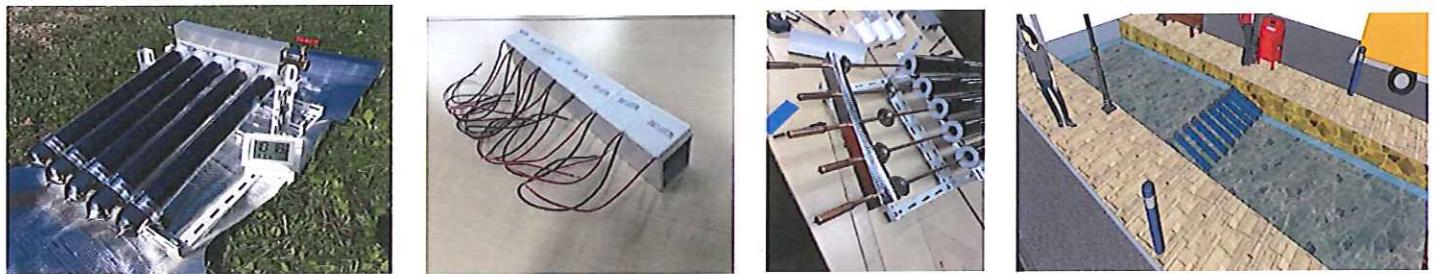
- ユニット化することで生産性が生まれ、3Dデータで世界に発信できる。(3Dプリンタでの射出成型済み)
- 羽根の構造により長円軌道も可能となった。
- 螺旋水車は歴史的文献が少なく、この研究はそれらの研究を発展させていく上で重要なものは無いかと考える。

太陽熱温度差発電 (太陽熱集熱装置を利用した温度差発電機)

今回、温度差発電に使用する加熱器には、魔法瓶の技術を応用した真空二重ガラス管を用います。この真空二重ガラス管は主に家屋の屋根に複数個設置し、水道管を加熱し給湯を行うものです。この装置のエネルギー変換効率は40~60%で、実は現在の太陽光発電機よりも良いのです。また真空のため外気温の影響を受けなく、季節を問わず一定の発電効率が望めます。私はマイクロ水力発電の研究する中で、この装置が太陽熱と用水路の水温を利用した温度差発電に使えるのではないかと考えました。

アイデアの原理

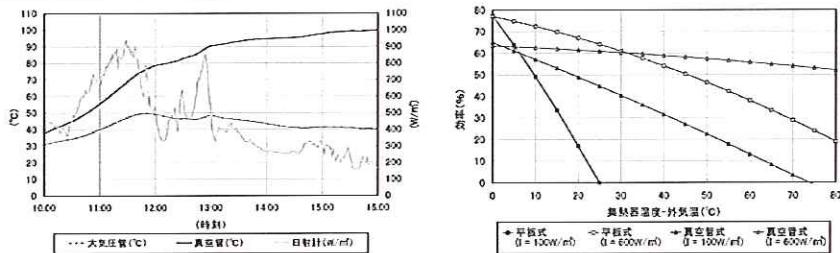
この装置は「Lotus Spiral」上部に取り付け、真空二重ガラス管を太陽熱による加熱器とし、最高温度となるところにペルチェ素子を取り付け、そこに用水路の水を用いて温度差を作り出すことで、ペルチェ素子のゼーベック効果による温度差発電を行なうものです。



解消しようとする問題

- ・太陽光パネルは高価で使用される素材には、環境に悪影響な物質が含まれ、産業廃棄物となる。
- ・太陽光パネルは発電にしか使えない。

真空二重ガラス集熱管の集熱能力



真空ガラス管は、日射が弱くなった時間帯でも上昇し続け100°Cまで達している。さらに、これは水を使って実験した結果であるため100°Cが最大値となっているが、実際に油加熱や空焚きでは200°Cまでに達する。

出典：株式会社寺田鉄工所 池田正規

- ・ペルチェ素子の発電能力：200度の温度差で約20W

水頭の高さ(水路実験機での実験)

流速が秒速2m40cmの時、約50cmまで水頭が上昇することが分かった。

※水頭の高さ、30cmで温度差発電が可能。



問題点

- ・ペルチェ素子のゼーベック効果を利用した温度差発電の効率面
- ・気象条件などによるガラス管の破損

実験結果からの改良

- ・実験をしていく中で、この方法を使用せずとも高低差を利用し、サイホンの原理での冷却水の循環に成功した。
- ・当初は熱媒体にサラダ油を使用したのだが、油漏れが発生した為、水質汚染に繋がらないよう、ヒートパイプから直接ペルチェ素子に繋がるように改良した。

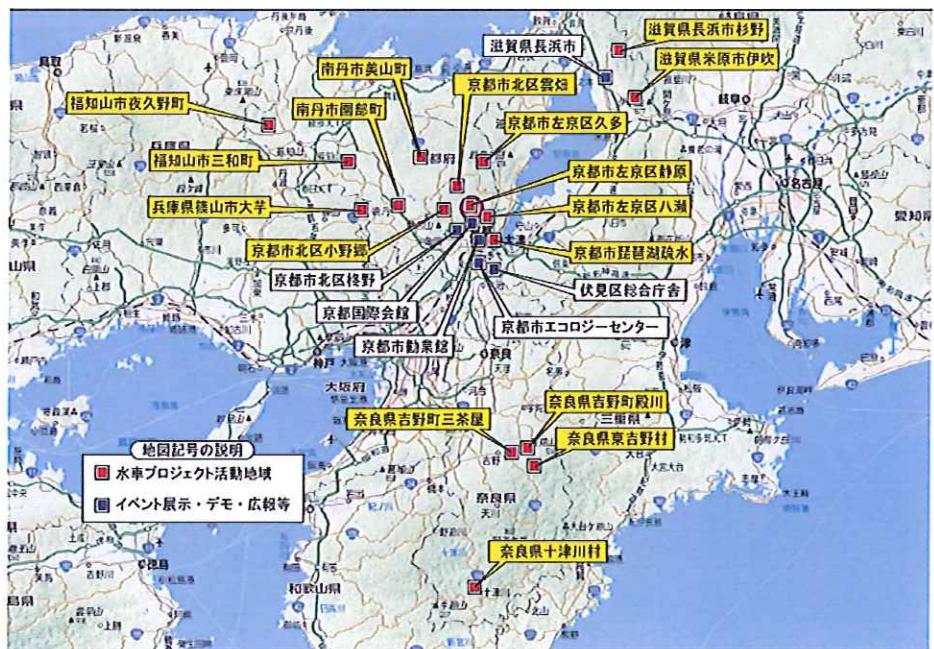
今後の可能性

- ・電気のないところに送電線や変電施設を設けずして電気が生み出せ、インフラコストに於いて費用対効果が見込める。
 - ・現在、螺旋水車の効率性を高めるうえで重要な（流速・水量における適切な羽根角度・螺旋長の実験）に有効性が見込める。
 - ・技術の進歩により、ペルチェ素子のエネルギー変換効率が改良されれば、石油資源を使用せず、メンテナンス費用・廃棄物等の面で優れているといえる。この太陽熱温度差発電システムは、将来的に太陽光パネルに変わる可能性もある。
 - ・防災の観点から真空二重ガラス管は、災害時・緊急時に電力の供給だけでなく、給湯や食品の加熱に使用でき汎用性がある。これは我々水力班が中山間地域と連携し、マイクロ水力発電の技術支援を行ってきた過程で確信したことです。

活動地域(右図)

Lotus Spiral の価格

- ・フレームシステム全体 10000 円
 - ・可変羽根 1 ユニットあたり 1000 円(長円軌道羽根 1 ユニットあたり 1500 円)
 - ・発電機 10000 円
 - ・真空二重ガラス管 1 本あたり 3500 円
 - ・ペルチェ素子 1 枚あたり 650 円
 - ・30~40 cm 幅の水路で螺旋角 25 度、リード長 360 度巻き時の「Lotus Spiral」の価格は約 5 万円。



社会貢献性

私が提案する螺旋水車は日曜大工、D I Yの延長程度の技術や機材で制作、入手可能な設計としています。また、材料は廃棄物が出ないように再利用可能なものを使用し、この「Lotus Spiral」は全国の用水路規格サイズである 30 センチ～40 センチの幅で制作するで、広がりを考慮しています。

その地点・場所単位での自然発電をしていく事はエネルギーの地産地消になります。更に、一般の人でも扱える安価な自然エネルギー発電装置を普及していくことは、国全体での自然エネルギーの転換を促進することに繋がります。そういう観点から、この「Lotus Spiral」の持つ可能性は大きいと考えます。

Lotus Spiral の由来

私が提案する小水力発電に太陽熱温度差発電を用いた「Lotus Spiral」は、まさに太陽の光を受け水辺に咲く蓮のようだ。また、泥の中で生き抜き可憐な結晶を咲かせる様は、私が研究、実験を重ね培ってきたプロセスと重ねてしまう。二年という歳月を経た今、この一輪の結晶が開花することを祈り、「lotus Spiral」と命名する。